

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Docket No. 1232-5324

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Yoshinori OHSAKI

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/797,218

Examiner: TBA

Filed: March 9, 2004

For: EXPOSURE METHOD

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: May 14, 2004

By: Helen Tiger
Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5324

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Yoshinori OHSAKI

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/797,218

Examiner: TBA

Filed: March 9, 2004

For: EXPOSURE METHOD

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2003-064106

Filing Date(s): March 10, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application
Serial No. _____, filed _____.

Dated: May 13, 2004

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:


Joseph A. Calvaruso

Registration No. 28,287

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 0 日
Date of Application:

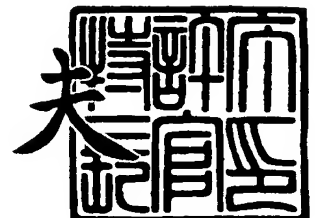
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 4 1 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J . P 2 0 0 3 - 0 6 4 1 0 6]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 224929

【提出日】 平成15年 3月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 露光方法

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 大寄 美紀

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100110412

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤元 亮輔

【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062488

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、

前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定する測定ステップと、

前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記投影光学系による像面の傾きを補正する補整ステップとを有することを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には、露光方法に係り、特に、半導体ウェハの単結晶基板などの被処理体を露光するのに使用される露光方法に関する。本発明は、例えば、フォトリソグラフィ工程において、半導体ウェハ用の単結晶基板をステップアンドスキャン方式によって露光する露光方法に好適である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

フォトリソグラフィ（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル又はマスク（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する。）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する投影露光装置が従来から使用されている。投影露光装置の中でも、解像度の改善と露光領域の拡大のためにレチクルを一部ずつ露光し、レチクルとウェハを同期して走査（スキャン）することによってレチクルパターン全体をウェハの各被露光領域に露光する走査型露光装置（「スキャナー」とも呼ばれる。）が最近の脚光を浴びている。走査型露光装置は、典型的に、投影光学系を挟んでレチクル及びウェハを走査するためのレチクルステージ及びウェハステージを有する。

【 0 0 0 3 】

レチクルはレーザー干渉計と駆動機構によって光軸に対して垂直方向に駆動制御可能なレチクルステージに保持されている。レチクルステージのレチクル近傍の所定の範囲には、レチクル側基準プレート（以下、「R側基準プレート」とする。）が、R側基準プレートの反射面（パターン面）とレチクルRCの反射面（パターン面）との高さを略一致させるように固設される。また、R側基準プレートの反射面には、複数の位置計測用のマークが構成されている。

【 0 0 0 4 】

レチクルステージは、光軸方向の位置を投影光学系に対して一定に保った状態で駆動される。レチクルステージには、レーザー干渉計からのビームを反射する移動鏡が固定されており、レーザー干渉計によって、レチクルステージの位置及び移動量は逐次計測されている。

【 0 0 0 5 】

一方、ウェハステージのウェハWP近傍の所定の範囲には、ウェハ側基準プレート（以下、「W側基準プレート」とする。）が、W側基準プレートの反射面（パターン面）とウェハの上面との高さを略一致させるように固設される。また、W側基準プレートの反射面には、複数の基準マークが構成されている。

【 0 0 0 6 】

ウェハステージは、投影光学系の光軸方向及び光軸方向と直交する平面内を移動することができ、更に、光軸周りに回転することができる。ウェハステージにも、レーザー干渉計からのビームを反射する移動鏡が固定されており、レーザー干渉計によって、ウェハステージの位置及び移動量は逐次計測されている。

【 0 0 0 7 】

また、走査型露光装置には、投影光学系の光軸方向におけるウェハの位置ずれ（即ち、投影光学系の焦点面とウェハ面とのずれ）を計測する焦点位置検出手段として、フォーカス検出系が構成されている。

【 0 0 0 8 】

しかし、投影光学系が露光熱を吸収したり、周囲の環境が変動したりすると、フォーカス検出系の計測原点と投影光学系の焦点面とに誤差が発生する。そのた

め、かかる誤差を計測して補正するために、TTR (Through The Reticle) アライメント光学系が構成されている。

【0009】

また、TTRアライメント光学系は、一般に、2つの光学系から構成されているので、2点同時にフォーカスの計測を行うことが可能である。図13は、従来のTTR光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。TTRアライメント光学系の配置としては、図13に示すように、走査方向をY軸方向とすると、走査方向と直交する方向を長辺、走査方向を短辺とするスリット状の露光スリットES内で、Y軸を対称軸としてX軸上の駆動領域MEa及びMEbを第1の光学系及び第2の光学系が駆動可能となるように構成する。

【0010】

このように、Y軸対称、且つ、X軸上に第1の光学系及び第2の光学系を構成している理由は、X軸方向の像面の傾きを計測するためである。TTRアライメント光学系により1点のみでフォーカスを計測し、フォーカス検出系との間でフォーカスキャリブレーションを行っても、実際の投影光学系の像面と実際の露光面（焼き付け面）とが傾いていては、露光スリットES全面で良好な解像性能を得ることができない。特に、走査型露光装置においては、静止時の露光領域はスリット状であるため、走査方向と直交する方向（長辺方向）の投影光学系の像面と実際の露光面、即ち、ウェハ面とが傾いていると解像度が劣化する。

【0011】

そこで、例えば、図13に示すように、露光スリットES内において、複数の計測点KPのそれぞれで投影光学系の合焦状態を計測することで、X軸方向の像面の傾きを求め、かかる傾きに実際の露光面を一致させることで良好な解像性能を得ることが可能となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、半導体素子の高集積化に対応して、転写されるパターンの微細化、即ち、高解像度化が要求されている。かかる要求に応えるために、従来は露光波長の短波長化で対応してきたが、半導体素子は急速に高集積化しており、露光波長

の短波長化だけでは限界があるため、近年では、短波長化とあわせて、投影光学系の開口数（NA）を従来の0.6程度から0.8を超えるような高いNAとすることで高解像度化への要求に応えようとしている。

【0013】

このため、焦点深度が従来に比べて極めて小さくなってきており、露光装置においては、焦点位置の検出精度の大幅な向上、中でも、フォーカスキャリブレーションに対して精度の向上が求められている。特に、焦点深度の減少によって、従来は問題とならなかった走査方向の像面の傾きを測定し、例えば、ウェハステージを駆動して実際の露光面を投影光学系の像面にあわせたり、投影光学系内のレンズ等を駆動して像面側を補正して実際の露光面と一致させることが必須となってきた。

【0014】

従来の走査型露光装置では、図13に示したように、TTRアライメント光学系として露光スリットES内に第1の光学系及び第2の光学系を構成し、Y軸対称な露光スリットES内の2つの像高においてフォーカス計測を行っている。このため、従来の走査型露光装置では、走査方向と直交する方向の像面の傾きは計測及び補正することが可能であるが、走査方向の像面の傾きは計測することができない。

【0015】

そこで、本発明は、走査方向の像面の傾きを計測することで高精度なフォーカスキャリブレーションを実現し、解像度に優れた露光を行うことができる露光方法を提供することを例示的目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光方法は、レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定する測定ステップと、前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前

記投影光学系による像面の傾きを補正する補整ステップとを有することを特徴とする。

【0017】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の一側面としての露光方法及び装置について説明する。なお、各図において同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。ここで、図1は、本発明の一側面としての露光装置100の例示的一形態を示す概略構成図である。なお、図1において、回路パターンが形成されたレチクルRCを照明する照明装置は省略されている。

【0019】

露光装置100は、図1に示すように、レチクルRCを載置するレチクルステージ110と、投影光学系120と、ウェハWPを載置するウェハステージ130と、フォーカス検出系140と、TTRアライメント光学系150と、制御部160とを有し、ステップアンドスキャン方式でレチクルRCに形成された回路パターンをウェハWPに露光する走査型投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィー工程に好適である。

【0020】

レチクルRCは、例えば、石英製で、その上には転写されるべき回路パターン（又は像）が形成され、レチクルステージ110に支持及び駆動される。レチクルRCとウェハWPとは、投影光学系120を介して光学的にはほぼ共役な位置に配置され、図示しない照明装置によってX軸方向に長いスリット状又は円弧状の照明領域がレチクルRC上に形成されている。

【0021】

レチクルステージ110は、レチクルRCを保持し、図中Y軸方向にレチクルRCを駆動制御する。レチクルステージ110上のレチクルRC近傍の所定の範囲には、レチクル側基準プレート（以下、「R側基準プレート」とする。）11

2 が、R 側基準プレート 1 1 2 の反射面（パターン面）とレチクル R C の反射面（パターン面）との高さを略一致させるように固設される。

【0 0 2 2】

R 側基準プレート 1 1 2 の反射面には、C r や A l 等の金属面で形成された複数のフォーカス計測用マーク 1 1 2 a が形成されている。フォーカス計測用マーク 1 1 2 a は、図 2 に示すように、複数の X 及び Y 方向の直線から構成されるものなどがある。ここで、図 2 は、フォーカス計測用マーク 1 1 2 a の構成の一例を示す概略平面図である。

【0 0 2 3】

投影光学系 1 2 0 は、レチクル R C に形成された回路パターンをウェハ W P に投影し、複数のレンズ素子のみからなる光学系、複数のレンズ素子と少なくとも一枚の凹面鏡とを有する光学系（カタディオプトリック光学系）、複数のレンズ素子と少なくとも一枚のキノフォームなどの回折光学素子とを有する光学系、全ミラー型の光学系等を使用することができる。色収差の補正が必要な場合には、互いに分散値（アッベ値）の異なるガラス材からなる複数のレンズ素子を使用したり、回折光学素子をレンズ素子と逆方向の分散が生じるように構成したりする。

【0 0 2 4】

ウェハ W P は、被処理体であり、液晶基板やその他を広く含む。ウェハ W P には、フォトレジストが塗布されている。

【0 0 2 5】

ウェハステージ 1 3 0 は、ウェハ W P を支持し、図中 X 軸、Y 軸及び Z 軸方向にウェハ W P を駆動制御する。ウェハステージ 1 3 0 上のウェハ W P 近傍の所定の範囲には、ウェハ側基準プレート（以下、「W 側基準プレート」とする。） 1 3 2 が、W 側基準プレート 1 3 2 の反射面とウェハ W P の上面（即ち、投影光学系 1 3 0 の結像面）との高さを略一致させるように固設される。また、W 側基準プレート 1 3 2 の反射面には、C r や A l 等の金属面で形成された複数のフォーカス計測用マーク 1 3 2 a が形成されている。なお、フォーカス計測用マーク 1 3 2 a は、上述したフォーカス計測用マーク 1 1 2 a と同様であるので、詳しい

説明は省略する。

【0026】

レチクルステージ110とウェハステージ130の位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は投影光学系120の光学倍率に応じた速度比率で駆動される。

【0027】

フォーカス検出系140は、斜入射方式の焦点位置検出手段である。レチクルRCのパターンが転写されるウェハWP（又はW側基準プレート132）面に対して斜め方向から非露光光を照射する照射部142と、ウェハWP（又はW側基準プレート132）面で斜めに反射した反射光を検出する検出部144とを有する。

【0028】

検出部144には、各反射光に対応した複数の位置検出用の受光素子が構成されており、かかる受光素子の受光面とウェハWPからの各反射光の反射点が略共役となるように配置されている。従って、投影光学系120の光軸方向におけるウェハWP（又はW側基準プレート132）の位置ずれは、検出部144の受光素子上で位置ずれとして計測される。

【0029】

TTRアライメント光学系150は、第1の光学系152及び第2の光学系154の2つの光学系から構成され、フォーカス検出系140の計測原点と投影光学系120の焦点面との誤差を計測する。

【0030】

第1の光学系152及び第2の光学系154は、図3に示すように、ファイバー152a及び154aと、照明部152b及び154bと、対物レンズ152c及び154cと、リレーレンズ152d及び154dと、センサー152e及び154eとを有する。第1の光学系152及び第2の光学系154は、レチクルRC上又はR側基準プレート112上のパターンを拡大して、センサー152e及び154eに結像させることが可能である。また、同様に、第1の光学系152及び第2の光学系154は、投影光学系120を介して、ウェハWP上又は

W側基準プレート132上のパターンをセンサー152e及び154e上に結像させることも可能である。ここで、図3は、本発明の一側面としての露光装置100の例示的一形態を示す概略断面図である。

【0031】

制御部160は、レチクルステージ110、ウェハステージ130、フォーカス検出系140、TTR光学系150と接続し、露光装置100の動作を制御する。制御部160は、TTR光学系150が検出した計測結果から走査方向に平行な方向及び走査方向に垂直な方向の投影光学系120による像面の傾きを求め、かかる像面の傾きに基づいて、ウェハWPの位置又は投影光学系120の像面の少なくとも一方を制御する。

【0032】

ここで、TTRアライメント光学系150を用いて、斜入射方式のフォーカス検出系140の計測原点と投影光学系120の焦点面との誤差を測定する方法について詳細に説明する。まず、露光光と実質同一の光源（露光光の波長と実質的に同じ波長の光を発する光源、露光光の波長とのずれは2nm以内であるのが好ましい。）からの光をファイバー152a及び154aや図示しない光学系等を用いて照明部152b及び154bに導光し、対物レンズ152c及び154cを介して、R側基準プレート112上のフォーカス計測用マーク112aを照明する。次に、リレーレンズ152d及び154d又は対物レンズ152c及び154cなどをTTRアライメント光学系150の光軸方向に駆動して、センサー152e及び154eとR側基準プレート112とが共役の関係になるようにする。

【0033】

次に、ウェハステージ130を駆動し、W側基準プレート132上のフォーカス計測マーク132aを、投影光学系120を介してTTRアライメント光学系150で照明及び検出することができる状態にする。そして、フォーカス検出系140でW側基準プレート132の投影光学系120の光軸方向の位置を計測しながら、ウェハステージ130を光軸方向（Z軸方向）に駆動し、センサー152e及び154eとW側基準プレート132とが共役の関係となる位置を検出す

る。

【0034】

このとき、TTRアライメント光学系150のセンサー152e及び154eとR側基準プレート112とは共役の関係となっているので、W側基準プレート132とR側基準プレート112も共役の関係、即ち、投影光学系120の合焦状態となる。合焦状態のフォーカス検出系140の計測値を読み取ることで、フォーカス検出系140の計測原点と投影光学系120の焦点面との誤差を補正することが可能となる（フォーカスキャリブレーション）。

【0035】

上述したように、従来の走査型露光装置では、TTRアライメント光学系として露光スリット内に2つの光学系を構成し、かかる2つの光学系を、図13に示したように、走査方向と垂直なX方向に駆動可能としてY軸方向の座標は同じでX軸方向の座標のみが異なる複数の位置でフォーカスキャリブレーションを行っていたため、走査方向の像面の傾きを計測することができなかった。

【0036】

そこで、TTRアライメント光学系150は、図4に示すように、第1の光学系152をX軸と平行な駆動領域MEaを駆動可能とし、第2の光学系154をX軸及びY軸に非平行、且つ、露光スリットES外も駆動可能な駆動領域MEbとするように構成する。かかる構成によって、従来から計測可能であった走査方向と直交する方向（X軸方向）の像面に加え、走査方向と像面の傾きを計測することが可能となる。ここで、図4は、図1に示すTTRアライメント光学系150の駆動範囲を示す概略模式図である。ここで、露光スリットESから走査方向に関して外側の位置に関して、投影光学系による像面位置を測定することにより、走査方向の像面の傾きをより高精度に測定することができる。

【0037】

まず、X軸方向の像面の計測であるが、第1の光学系152で計測点A、第2の光学系154で計測点Bにおいて、投影光学系120の合焦状態を計測することでX軸方向の像面の傾きを計測することが可能である。

【0038】

次に、第1の光学系152で計測点C（投影光学系120の軸上）、第2の光学系154で計測点Dを計測可能となるように駆動する。そして、計測点C及び計測点Dにおいて投影光学系120の合焦状態を計測することで、Y軸方向の像面の傾きを計測することが可能である。また、計測点A、計測点B及び計測点Cの3点での投影光学系120の合焦状態の計測結果から露光スリットES内のX軸方向の像面湾曲を算出することも可能である。

【0039】

TTRアライメント光学系150の2つの光学系のうち、第1の光学系152をX軸と平行、第2の光学系154をX軸にもY軸にも非平行で駆動可能することによって、従来から計測可能であった走査方向と直交する方向の露光像面に加え、走査方向の像面の傾きを計測することが可能となる。

【0040】

かかる計測結果に基づき、制御部160は、例えば、ウェハステージ130を駆動して、走査方向及び走査方向と直交する方向の像面の傾きを補正し、また、投影光学系120を構成する光学素子の一部を駆動して像面湾曲を補正することにより、高NAを有する投影光学系を用いた露光装置においても、ベストフォーカスで走査露光することが可能となる。

【0041】

特に、TTRアライメント光学系150を構成する2つの光学系の一方を、露光スリット外の計測点を計測可能とすることによってY軸方向のスパンを長くすることが可能となり、極めて高精度に走査方向の像面の傾きを計測することが可能となる。

【0042】

次に、図5を参照して、TTRアライメント光学系150の駆動領域を変えた変形例について説明する。図5は、図1に示すTTRアライメント光学系150の駆動範囲を示す概略模式図である。

【0043】

図4に示したTTRアライメント光学系150の駆動領域は、走査方向の像面の傾きを計測可能としながらも、図13に示した従来のTTRアライメント光学

系の駆動領域と比較すると以下のような欠点を有する。

【0044】

従来の TTR アライメント光学系の駆動領域は、図 13 に示したように、X 軸に平行（X 軸上）であるため、駆動領域内の X 軸上の任意の点で投影光学系の合焦状態を計測することが可能である。即ち、X 軸上の複数の位置で投影光学系の合焦状態の計測を行うことで、X 軸方向の像面を詳細に計測することが可能である。

【0045】

一方、図 4 に示した TTR アライメント光学系 150 の駆動領域においては、第 2 の光学系 154 の駆動領域 ME b が X 軸にも Y 軸にも非平行であるため、X 軸上で計測可能な位置（像高）は 1 点のみである。従って、X 軸方向の像面は、計測点 A、B 及び C の 3 点でしか行うことができないために X 軸方向の像面の計測精度が劣ってしまう。

【0046】

そこで、図 5 に示すように、第 2 の光学系 154 の駆動領域 ME b を投影光学系 120 の軸上を頂点に X 軸上と Y 軸上を L 字型に駆動可能とし、第 1 の光学系 152 の駆動領域 ME a を X 軸上に駆動可能とするように、TTR アライメント光学系 150 を構成する。これにより、図 4 に示したのと同様に、計測点 C 及び計測点 D での投影光学系 120 の合焦状態の計測結果から Y 軸方向の像面の傾きを計測することが可能である。更に、X 軸上の計測点を従来と同様に数多く設けることが可能であり、例えば、X 軸上の計測点 A、計測点 E、計測点 C、計測点 F 及び計測点 B の 5 点で投影光学系 120 の合焦状態の計測をすることで、X 軸方向の像面を従来と同様の精度で計測することが可能となる。

【0047】

次に、図 6 を参照して、TTR アライメント光学系 150 の駆動領域を更に変えた変形例について説明する。図 6 は、図 1 に示す TTR アライメント光学系 150 の駆動範囲を示す概略模式図である。

【0048】

図 6 を参照するに、第 1 の光学系 152 の駆動領域 ME a を X 軸及び Y 軸に非

平行に駆動可能とし、第2の光学系154の駆動領域ME bを投影光学系120の軸上を頂点にX軸上とY軸上をL字型に駆動可能とするように、TTRアライメント光学系150を構成する。また、第1の光学系152及び第2の光学系154は、両者とも露光スリットES外を計測可能としている。

【0049】

これにより、計測点A、計測点B及び計測点Cでの投影光学系120の合焦状態の計測からX軸方向の像面の傾きを計測し、計測点D及び計測点Eでの投影光学系120の合焦状態の計測からY軸方向の像面の傾きを計測することが可能となる。特に、Y軸方向の像面の傾きは、計測点D及び計測点Eから計測するため、図4及び図5に示したTTRアライメント光学系150の駆動範囲と比較してスパンを長くとることが可能であり、計測精度を向上させることが可能である。

【0050】

また、投影光学系120の軸上の計測点CをY軸方向の像面の計測に用いることも可能である。例えば、走査方向に応じて、Y軸方向の像面を計測する計測点の組み合わせを計測点Cと計測点D又は計測点Cと計測点Eなどのように使い分けることも可能である。

【0051】

露光において、図示しない照明装置から発せられた露光光は、レチクルRCをケラー照明する。レチクルRCを通過してレチクルパターンを反映する光は、投影光学系120によりウェハWPに結像される。露光装置100は、TTRアライメント光学系150により走査方向の像面の傾きを計測することできるため高精度なフォーカスキャリブレーションを実現することが可能であり、高いスループットで経済性よく従来よりも高品位なデバイス（半導体素子、LCD素子、撮像素子（CCDなど）、薄膜磁気ヘッドなど）を提供することができる。

【0052】

以下、図7乃至図9を参照して、露光装置100の変形例である露光装置100Aについて説明する。図7は、本発明の一側面としての露光装置100Aの例示的一形態を示す概略断面図である。なお、図7において、回路パターンが形成されたレチクルRCを照明する照明装置は省略されている。露光装置100Aは

、図1及び図3に示す露光装置100と同様であるが、TTRアライメント光学系150Aの構成が異なる。

【0053】

TTRアライメント光学系150Aは、第1の光学系152と、第2の光学系154と、第3の光学系156の3つの光学系から構成され、フォーカス検出系140の計測原点と投影光学系120の焦点面との誤差を計測する。第3の光学系156は、第1の光学系152及び第2の光学系154と同様に、ファイバー156aと、照明部156bと、対物レンズ156cと、リレーレンズ156dと、センサー156eとを有する。第3の光学系156は、レチクルRC上又はR側基準プレート112上のパターンを拡大して、センサー156eに結像させることが可能である。また、第3の光学系156は、投影光学系120を介して、ウェハWP上又はW側基準プレート132上のパターンをセンサー156e上に結像させることも可能である。

【0054】

TTRアライメント光学系150Aは、図8に示すように、第1の光学系152及び第2の光学系154をX軸と平行な駆動領域MEa及びMEbを駆動可能とし、第3の光学系156をY軸と平行な駆動領域MEcを駆動可能とするように構成する。図8は、図7に示すTTRアライメント光学系150Aの駆動範囲を示す概略模式図である。

【0055】

かかる構成によって、計測点A、計測点B、計測点C、計測点E及び計測点FからX軸方向の像面の傾きを、計測点C及び計測点DからY軸方向の像面の傾きを計測することが可能である。

【0056】

更に、露光装置100Aは、X軸方向の像面の傾きと、Y軸方向の像面の傾きをTTRアライメント光学系150Aの駆動（第1の光学系152、第2の光学系154及び第3の光学系156の駆動）を行わずに、同時に計測することが可能である。

【0057】

まず、第 1 の光学系 1 5 2 を計測点 A に、第 2 の光学系 1 5 4 を計測点 B に、第 3 の光学系 1 5 6 を計測点 D に配置し、投影光学系 1 2 0 の合焦状態の計測をそれぞれの計測点で同時に行う。計測点 A、計測点 B 及び計測点 D の計測結果のうち、計測点 A 及び計測点 B の測定結果から、X 軸方向の像面の傾きが計測可能である。また、計測点 A 及び計測点 B の計測結果の平均値と計測点 D の計測結果から、Y 軸方向の像面の傾きも計測可能である。

【0 0 5 8】

このように、T T R アライメント光学系 1 5 0 A を 3 つの光学系で構成し、そのうちの 1 つの光学系を Y 軸方向の露光スリット E S 外を計測可能とすることで X 軸方向及び Y 軸方向の両方の像面の傾きを同時に計測可能となる。また、図 8 では、第 3 の光学系 1 5 6 の駆動領域 M E c として Y 軸上を駆動可能としたが、第 3 の光学系 1 5 6 を計測点 D のみに固定し、上述したように計測点 A、計測点 B 及び計測点 D で Y 軸方向の像面の傾きを計測することも可能である。この場合、第 3 の光学系 1 5 6 を駆動しなくてよいというメリットがある。

【0 0 5 9】

次に、図 9 を参照して、T T R アライメント光学系 1 5 0 A の駆動領域を変えた変形例について説明する。図 9 は、図 7 に示す T T R アライメント光学系 1 5 0 A の駆動範囲を示す概略模式図である。

【0 0 6 0】

図 9 を参照するに、第 3 の光学系 1 5 6 の駆動領域 M E c を、投影光学系 1 2 0 の軸上を含み Y 軸上のプラス方向とマイナス方向の両方に駆動可能としている。これにより、計測点 D 及び計測点 G において投影光学系 1 2 0 の合焦状態を計測することで、スパンを長くとることができるため Y 軸方向の像面の傾きを高精度に計測することが可能となる。

【0 0 6 1】

投影光学系 1 2 0 の軸上の計測点 C を Y 軸方向の像面の傾きの計測に用いることも可能である。例えば、走査方向に応じて、Y 軸方向の像面を計測する計測点の組み合わせを計測点 C と計測点 D 又は計測点 C と計測点 E などのように使い分けることも可能である。また、計測点 C の代わりに計測点 A 及び計測点 B の平均

値を用いることで、第3の光学系156を駆動せずにY軸方向の像面の傾きを計測することも可能である。

【0062】

更に、計測点H及び計測点Iを用いてY軸方向の像面の傾きを計測することも可能である。この場合、Y軸方向のスパンは短いというデメリットはあるが、計測点H及び計測点Iとも露光スリットES内の計測点であるため、実際の露光による投影光学系120のY軸方向の像面の変化を計測するには有効となる。

【0063】

なお、上述した露光装置100及び100Aにおいては、W側基準プレート132上のフォーカス計測用マーク132aを、TTRアライメント光学系150及び150Aから投影光学系120を介して照明していたので、フォーカス計測用マーク132aからの反射光は投影光学系120を2回通過している。

【0064】

そこで、図10に示すように、W側基準プレート132上のフォーカス計測用マーク132aを、W側基準プレート132の裏側から照明するようにTTRアライメント光学系150Bを構成する。このように、W側基準プレート132の裏側からフォーカス計測用マーク132aを直接照明することにより、フォーカス計測用マーク132aからの反射光は投影光学系120を1回だけ通過することとなる。従って、特に、投影光学系の透過率が低いF₂レーザーを光源とした露光装置等において、投影光学系を1回介するのみでフォーカス計測が可能となるので、光量的に非常に有利となる。ここで、図10は、露光装置100及び100Aの変形例である露光装置100Bの例示的一形態を示す概略断面図である。

【0065】

なお、TTRアライメント光学系150Bは、TTRアライメント光学系150と同様に、第1の光学系152及び第2の光学系154から構成され、対物レンズ152c及び154c、リレーレンズ152d及び154d、センサー152e及び154e等を有するが、さらに別の光学系を追加するなどの構成としてもよい。例えば、TTRアライメント光学系150Aのように、第3の光学系を

構成してもよい。

【 0 0 6 6 】

また、投影光学系 1 2 0 の合焦状態の計測においては、ウェハステージ 1 3 0 を Z 方向に駆動させる以外に、T T R アライメント光学系 1 5 0 B の一部、例えば、対物レンズ 1 5 2 c 及び 1 5 4 c やリレーレンズ 1 5 2 d 及び 1 5 4 d、又は T T R アライメント光学系 1 5 0 B を全て光軸方向に駆動させて計測することも可能である。

【 0 0 6 7 】

T T R アライメント光学系 1 5 0 B の駆動範囲は、図 4 乃至図 6 に示した範囲に限定されるものではなく、同様の機能を有する任意の駆動範囲を設定することができる。また、R 側基準プレート 1 1 2 及び W 側基準プレート 1 3 2 上のフォーカス計測用マーク 1 1 2 a 及び 1 3 2 a も図 2 に示したものに限定されるわけではなく、同様の機能を有する別のマーク構成であってもよい。

【 0 0 6 8 】

次に、図 1 1 及び図 1 2 を参照して、上述の露光装置 1 0 0、1 0 0 A 又は 1 0 0 B を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 1 1 は、デバイス（I C や L S I などの半導体チップ、L C D、C C D 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ 3（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ 4（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ 5（組み立て）は、後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ 6（検査）では、ステップ 5 で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

【 0 0 6 9 】

図12は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置100、100A又は100Bによってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置100、100A又は100Bを使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【0070】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0071】

本出願は、更に以下の事項を開示する。

【0072】

〔実施態様1〕 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、

前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定する測定ステップと、

前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記投影光学系による像面の傾きを補正する補正ステップとを有することを特徴とする露光方法。

【0073】

〔実施態様 2〕 前記測定ステップにおいて、前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向と略垂直な方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定することを特徴とする実施態様 1 記載の露光方法。

【0074】

〔実施態様 3〕 前記測定ステップにおいて、前記複数の測定位置は 3 箇所以上であって、該 3 箇所以上の測定位置は一直線上に並ばないことを特徴とする実施態様 1 又は 2 記載の露光方法。

【0075】

〔実施態様 4〕 前記測定ステップにおいて、前記複数の測定位置は 3 箇所以上であって、該 3 箇所以上の測定位置のうちの 3 箇所の測定位置が三角形をなすことを特徴とする実施態様 1 乃至 3 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0076】

〔実施態様 5〕 前記補正ステップは、前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記走査方向に平行な方向に関する前記被処理体の位置を調整することの特徴とする実施態様 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0077】

〔実施態様 6〕 前記補正ステップは、前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記走査方向に平行な方向に関する前記投影光学系による像面の傾きを補正することを特徴とする実施態様 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0078】

〔実施態様 7〕 前記補正ステップは、前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きが低減するように、前記投影光学系を調整することの特徴とする実施態様 1 乃至 6 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0079】

〔実施態様 8〕 前記補正ステップは、前記投影光学系が有する光学素子を、前記投影光学系の光軸方向に駆動する及び／又は前記投影光学系の光軸方向に対して偏心させる及び／又は前記投影光学系の光軸方向に対して傾けることを特徴とする実施態様 6 又は 7 記載の露光方法。

【0 0 8 0】

〔実施態様 9〕 前記測定ステップによる測定結果から、前記投影光学系の像面湾曲を算出するステップとを更に有することを特徴とする実施態様 1 乃至 8 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0 0 8 1】

〔実施態様 1 0〕 前記複数の測定位置のうちの少なくとも 1 つが、前記露光を行う際に露光光が照射される領域（露光スリット）外にあることを特徴とする実施態様 1 乃至 9 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0 0 8 2】

〔実施態様 1 1〕 前記複数の測定位置のうちの少なくとも 1 つは、前記露光光が照射される領域の、前記走査方向に関して外側に位置していることを特徴とする実施態様 1 0 記載の露光方法。

【0 0 8 3】

〔実施態様 1 2〕 前記複数の測定位置は、前記被処理体及び／又は前記被処理体を支持するステージ上に設けられていることを特徴とする実施態様 1 乃至 1 1 のうちいずれか一項記載の露光方法。

【0 0 8 4】

〔実施態様 1 3〕 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、

前記投影光学系による像面位置を、前記露光を行う際に露光光が照射される領域（露光スリット）外の測定位置を含み互いに異なる複数の測定位置において測定する測定ステップと、

前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記投影光学系による像面の傾きを補正する補正ステップとを有することを特徴とする露光方法。

【0 0 8 5】

〔実施態様 1 4〕 前記複数の測定位置のうちの少なくとも 1 つは、前記露光光が照射される領域の、前記走査方向に関して外側に位置していることを特徴とする実施態様 1 3 記載の露光方法。

【 0 0 8 6 】

〔実施態様 1 5〕 実施態様 1 乃至 1 4 のうちいずれか一項記載の露光方法で前記被処理体を露光することを特徴とする露光装置。

【 0 0 8 7 】

〔実施態様 1 6〕 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光装置であって、

前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定する測定機構と、

前記測定機構による測定結果に基づいて、前記投影光学系による像面の傾きを補正する補整機構とを有することを特徴とする露光装置。

【 0 0 8 8 】

〔実施態様 1 7〕 実施態様 1 乃至 1 4 のうちいずれか一項記載の露光方法で前記被処理体を露光する露光ステップと、

露光された前記被処理体を現像する現像ステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【 0 0 8 9 】

〔実施態様 1 8〕 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査すると共に、投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、

前記走査方向に平行な方向に関して、位置が異なる少なくとも 2 箇所の前記被処理体と同じ高さの位置を前記投影光学系を介して検出する第 1 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップで検出された前記被処理体と同じ高さの位置から、前記走査方向に平行な方向に関する前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きを計測する第 1 の計測ステップと、

前記第 1 の計測ステップで計測された前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きを補正する補正ステップとを有することを特徴とする露光方法。

【 0 0 9 0 】

〔実施態様 1 9〕 前記補正ステップは、前記第 1 の計測ステップで計測された前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きに基づいて、前記走査方向に平行な方向に関する前記被処理体の位置を調整することを特徴とする実施態様 1 8 記載の露光方法。

【0 0 9 1】

〔実施態様 2 0〕 前記補正ステップは、前記第 1 の計測ステップで計測された前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きが低減するように、前記投影光学系を調整することを特徴とする実施態様 1 8 記載の露光方法。

【0 0 9 2】

〔実施態様 2 1〕 前記走査方向に直交する方向に関して、位置が異なる前記被処理体の高さと同じ位置を検出する第 2 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップ及び前記第 2 の検出ステップで検出された前記被処理体の高さと同じ位置から、前記投影光学系の像面湾曲を算出するステップとを更に有することを特徴とする実施態様 1 8 記載の露光方法。

【0 0 9 3】

〔実施態様 2 2〕 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査すると共に、投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光装置であって、

前記被処理体を駆動するステージ上に、前記走査方向に平行な方向に少なくとも 2 つ以上形成された計測点を前記投影光学系を介して検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した前記計測点から前記走査方向に平行な方向に関する前記所定のパターンの前記投影光学系による像面の傾きを計測すると共に、当該像面の傾きに基づいて、前記被処理体の位置又は前記投影光学系の像面の少なくとも一方を制御する制御手段とを有することを特徴とする露光装置。

【0 0 9 4】

〔実施態様 2 3〕 前記 2 つ以上の計測点のうち少なくとも 1 つの計測点は、前記投影光学系の露光領域外に形成されることを特徴とする実施態様 2 2 記載の露光装置。

【0 0 9 5】

〔実施態様 24〕 被処理体が載置された第 1 のステージと、所定のパターンを有するレチクルが載置された第 2 のステージとを有し、前記所定のパターンを、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとを同期して駆動しつつ、投影光学系を介して走査露光する走査型の露光装置において、

前記第 1 のステージ上に、複数の位置合わせ用マークを有する第 1 の基準板が設けられており、

前記複数の位置合わせ用マークのうち、前記第 1 のステージ及び前記第 2 のステージの走査方向に関して位置が異なる少なくとも 2 つの位置合わせ用マークの位置を投影光学系を介して、検出することにより、前記所定のパターンの前記投影光学系による像面に対する、前記第 1 のステージの前記走査方向と平行な方向に関する傾きを、測定することを特徴とする露光装置。

【0096】

〔実施態様 25〕 被処理体が載置された第 1 のステージと、所定のパターンを有するレチクルが載置された第 2 のステージとを有し、前記所定のパターンを、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとを同期して駆動しつつ、投影光学系を介して走査露光する走査型の露光装置において、

前記第 1 のステージ上に、複数の位置合わせ用マークを有する第 1 の基準板が設けられており、

前記複数の位置合わせ用マークのうち、前記第 1 のステージ及び前記第 2 のステージの走査方向と平行な方向に関して位置が異なる少なくとも 2 つの位置合わせ用マークの位置の検出結果に基づいて、前記第 2 のステージの前記走査方向と平行な方向に関する傾きを調整する調整手段とを有することを特徴とする露光装置。

【0097】

〔実施態様 26〕 実施態様 22 乃至 25 のうちいずれか一項記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【0098】

【発明の効果】

本発明によれば、走査方向の像面の傾きを計測することで高精度なフォーカスキャリブレーションを実現し、解像度に優れた露光を行うことができる露光方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一側面としての露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 2】 フォーカス計測用マークの構成の一例を示す概略平面図である。

【図 3】 本発明の一側面としての露光装置の例示的一形態を示す概略断面図である。

【図 4】 図 1 に示す T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。

【図 5】 図 1 に示す T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。

【図 6】 図 1 に示す T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。

【図 7】 本発明の一側面としての露光装置の例示的一形態を示す概略断面図である。

【図 8】 図 7 に示す T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。

【図 9】 図 7 に示す T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図である。

【図 1 0】 図 1 及び図 7 に示す露光装置の変形例である露光装置の例示的一形態を示す概略断面図である。

【図 1 1】 デバイス（I C や L S I などの半導体チップ、L C D、C C D 等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 1 2】 図 1 1 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図 1 3】 従来の T T R アライメント光学系の駆動範囲を示す概略模式図

である。

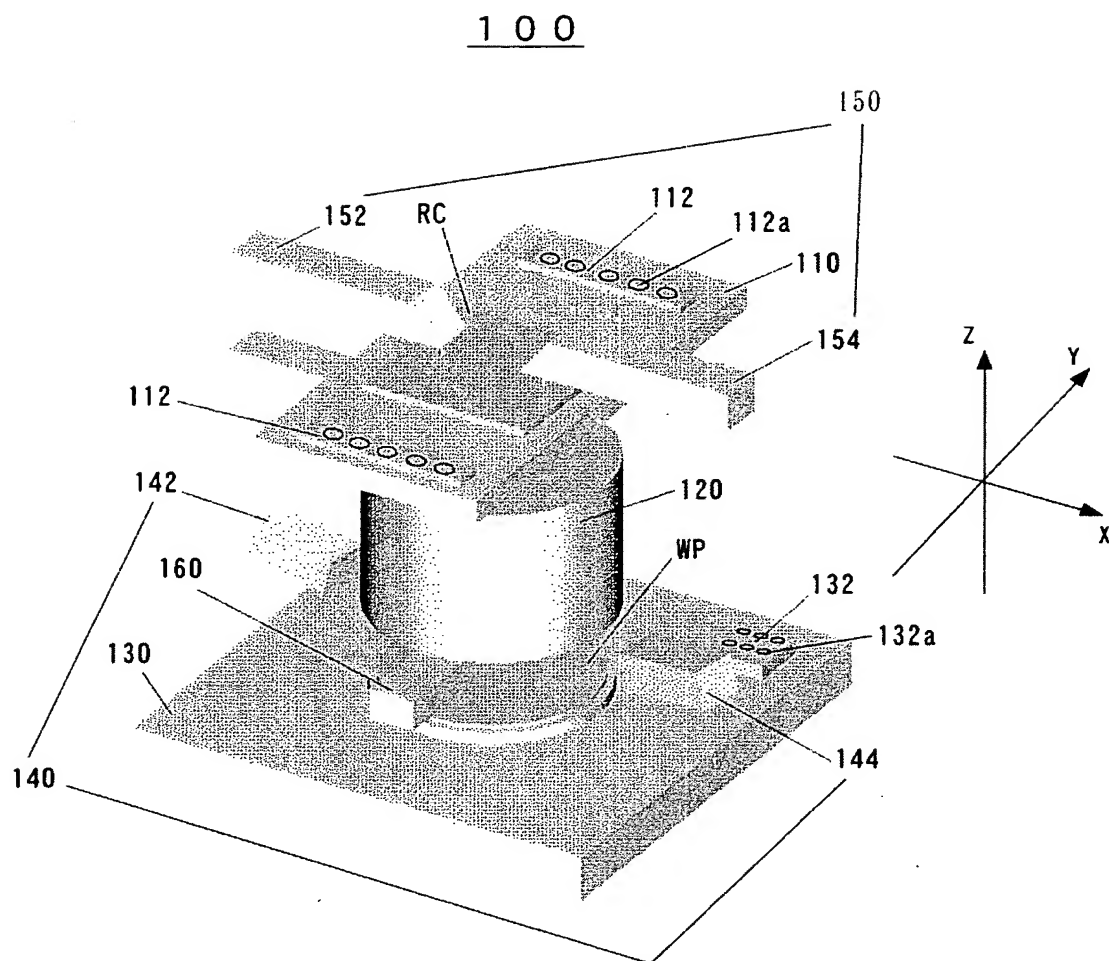
【符号の説明】

100、100A、100B	露光装置
110	レチクルステージ
112	R側基準プレート
112a	フォーカス計測用マーク
120	投影光学系
130	ウェハステージ
132	W側基準プレート
132a	フォーカス計測用マーク
140	フォーカス検出系
142	照射部
144	検出部
150	TTRアライメント光学系
152	第1の光学系
154	第2の光学系
156	第3の光学系
152a、154a、156a	ファイバー
152b、154b、156b	照明部
152c、154c、156c	対物レンズ
152d、154d、156d	リレーレンズ
152e、154e、156e	センサー
160	制御部
RC	レチクル
WP	ウェハ
MEa、MEb、MEc	駆動領域
ES	露光スリット

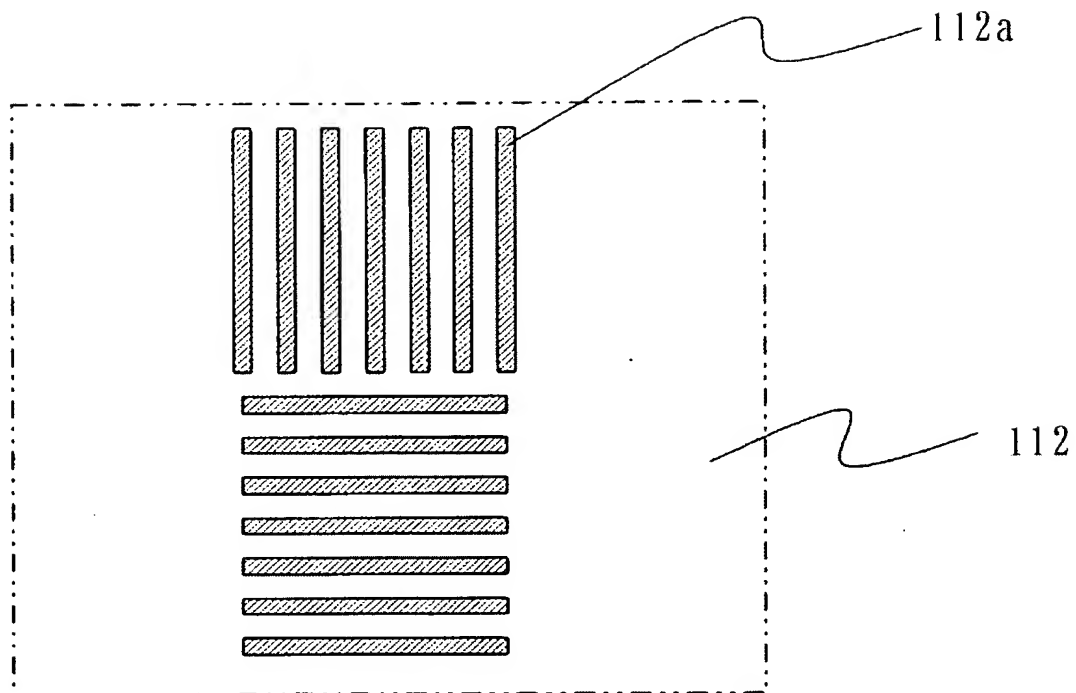
【書類名】

図面

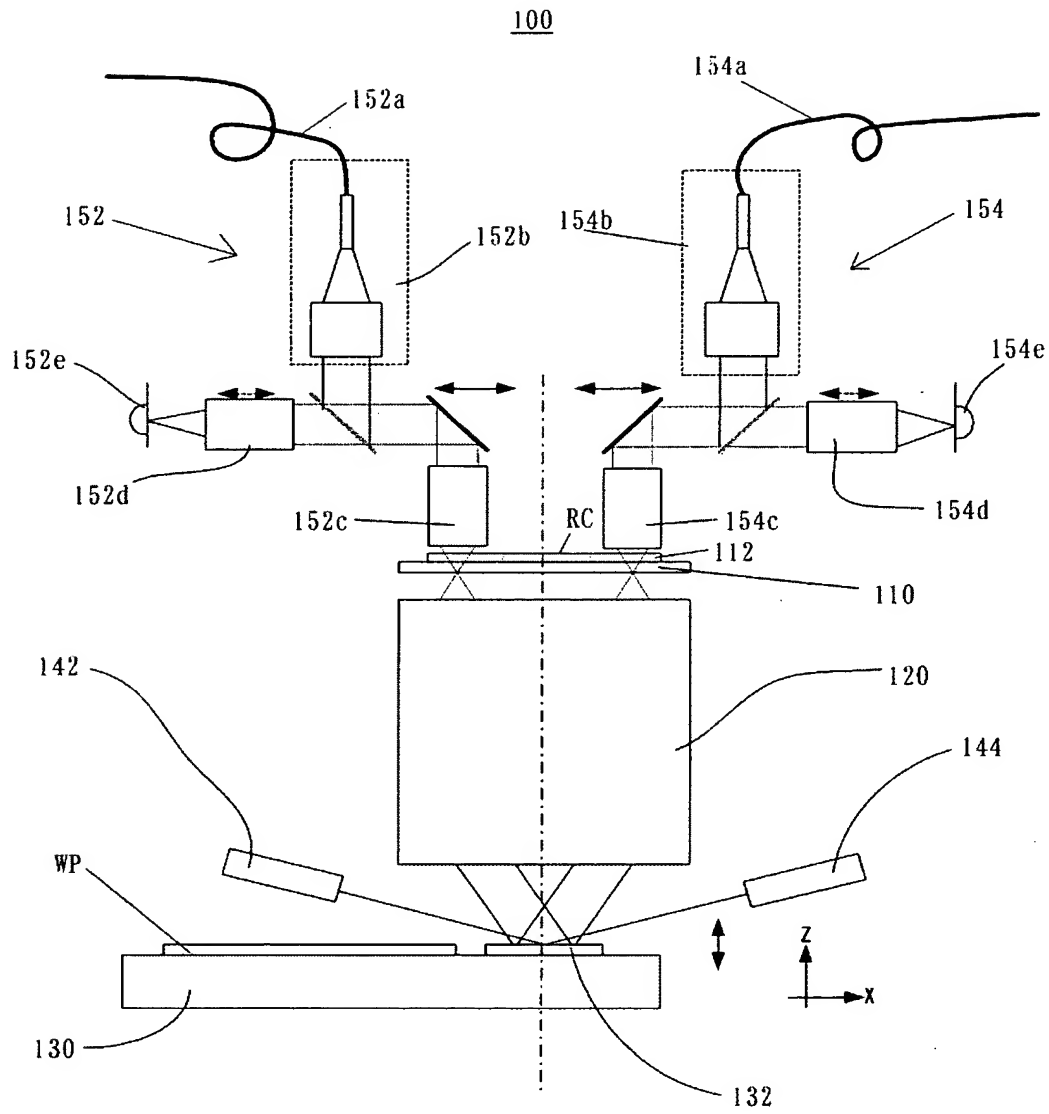
【図 1】



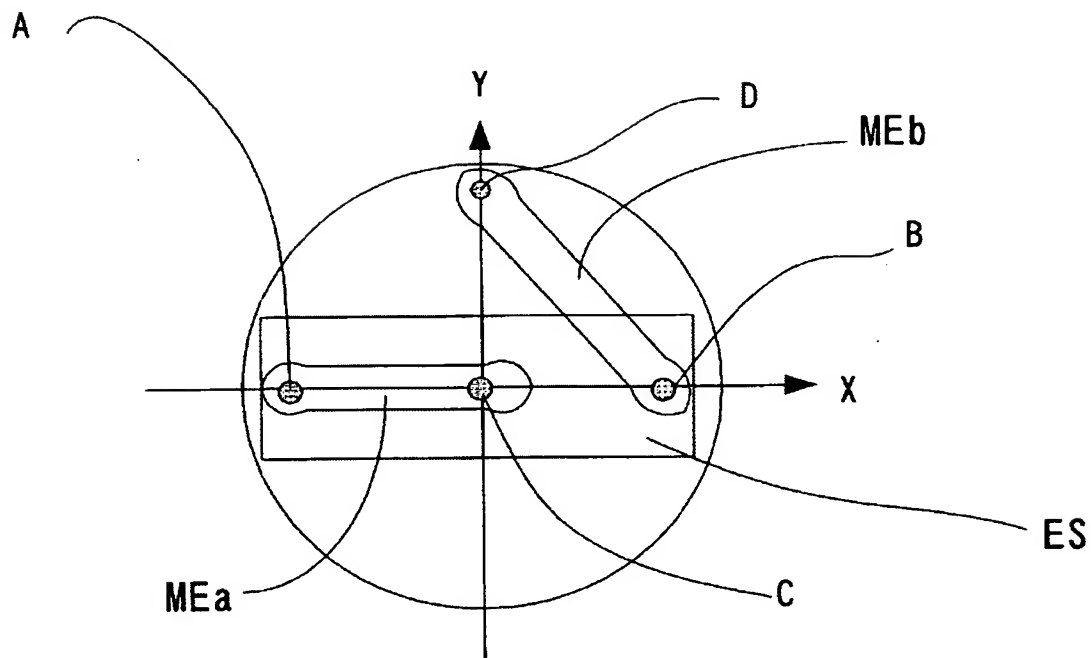
【図 2】



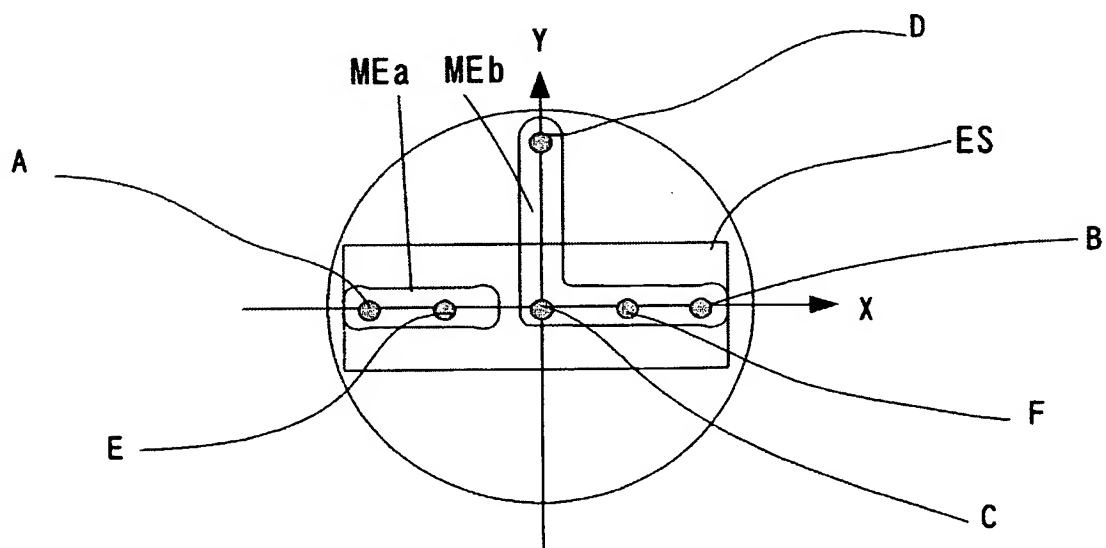
【図 3】



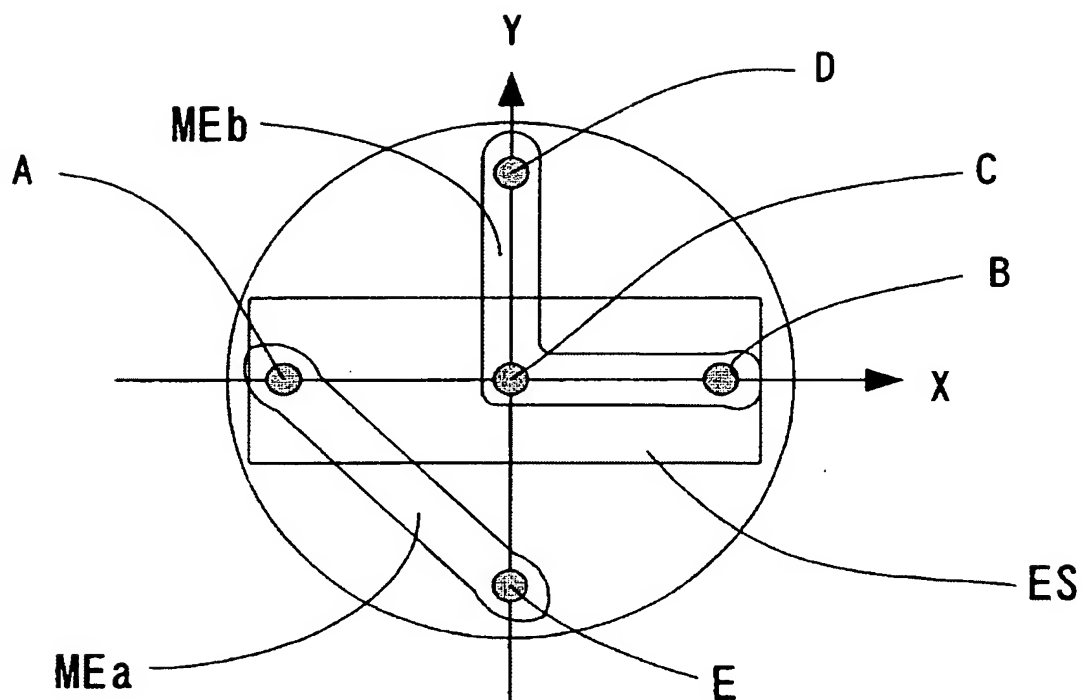
【図 4】



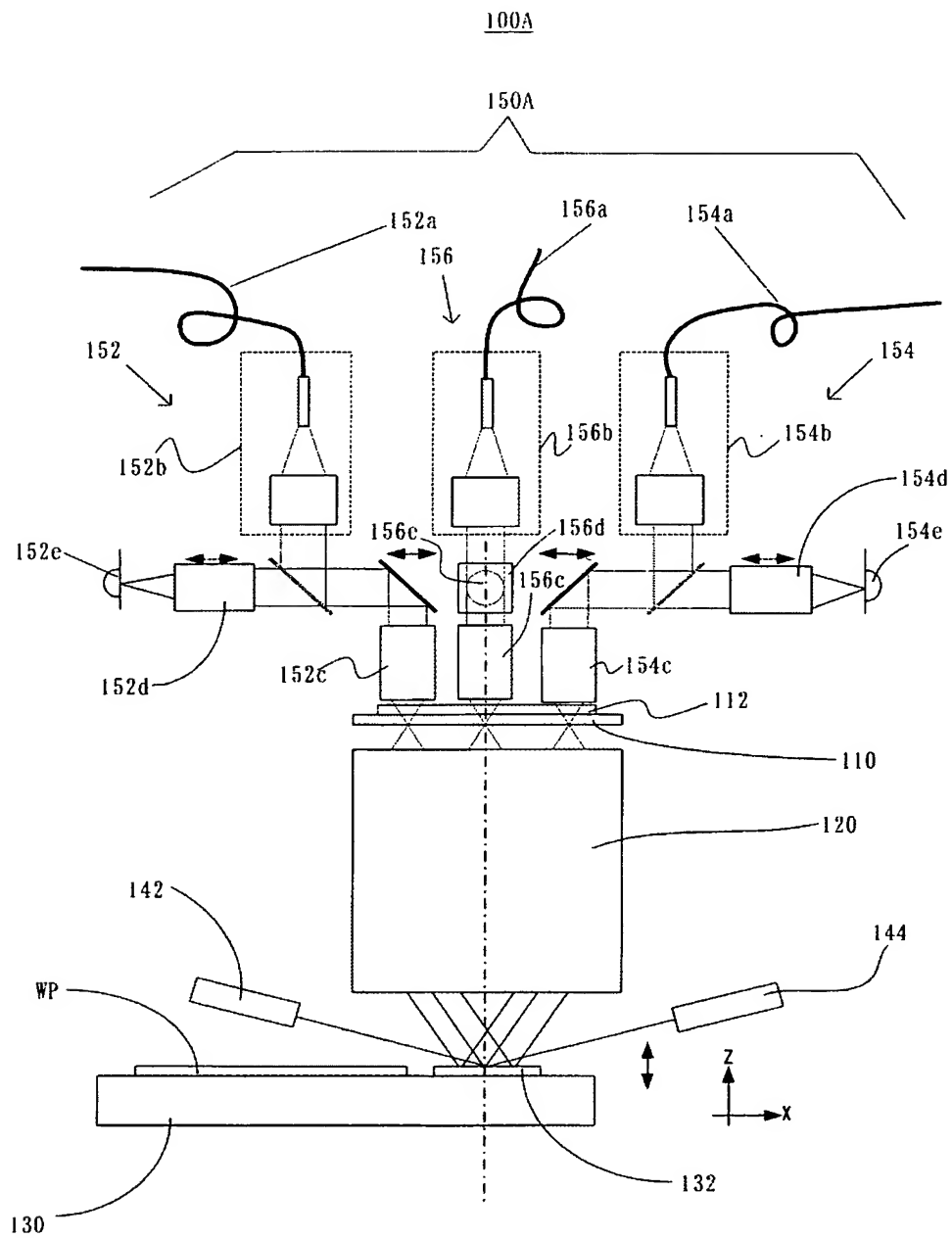
【図 5】



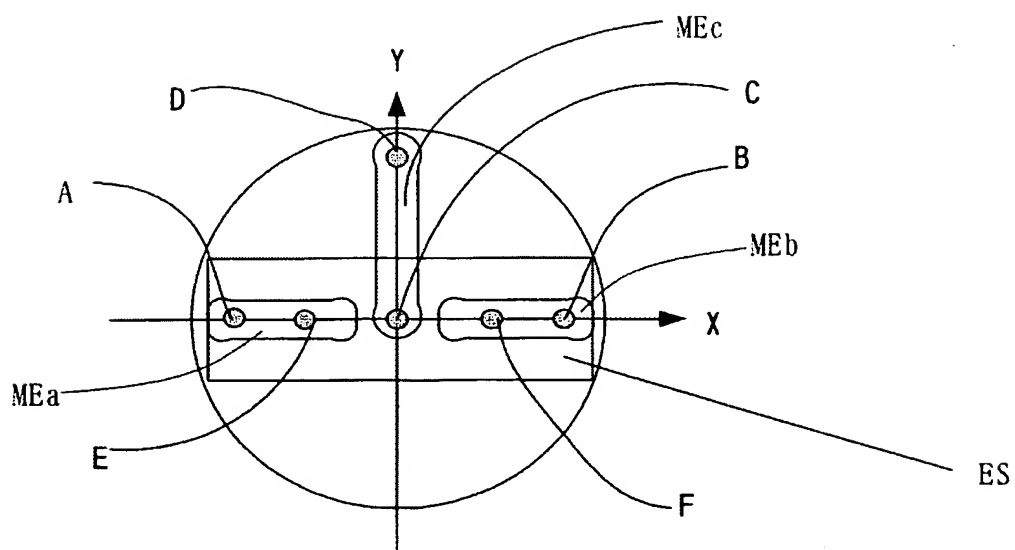
【図 6】



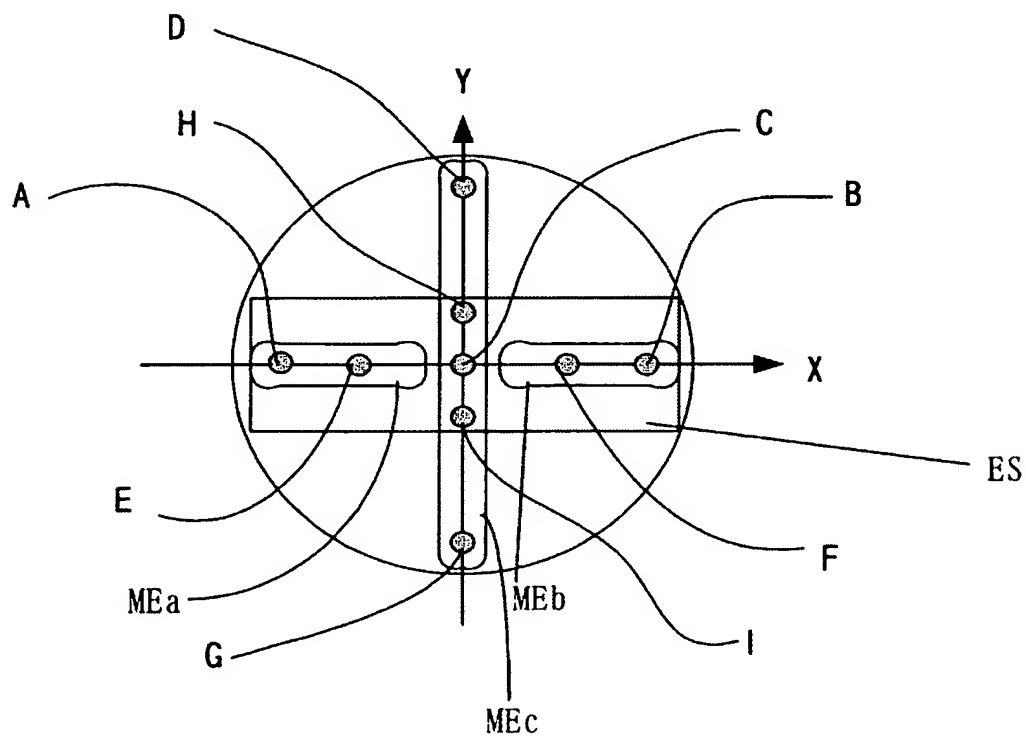
【図 7】



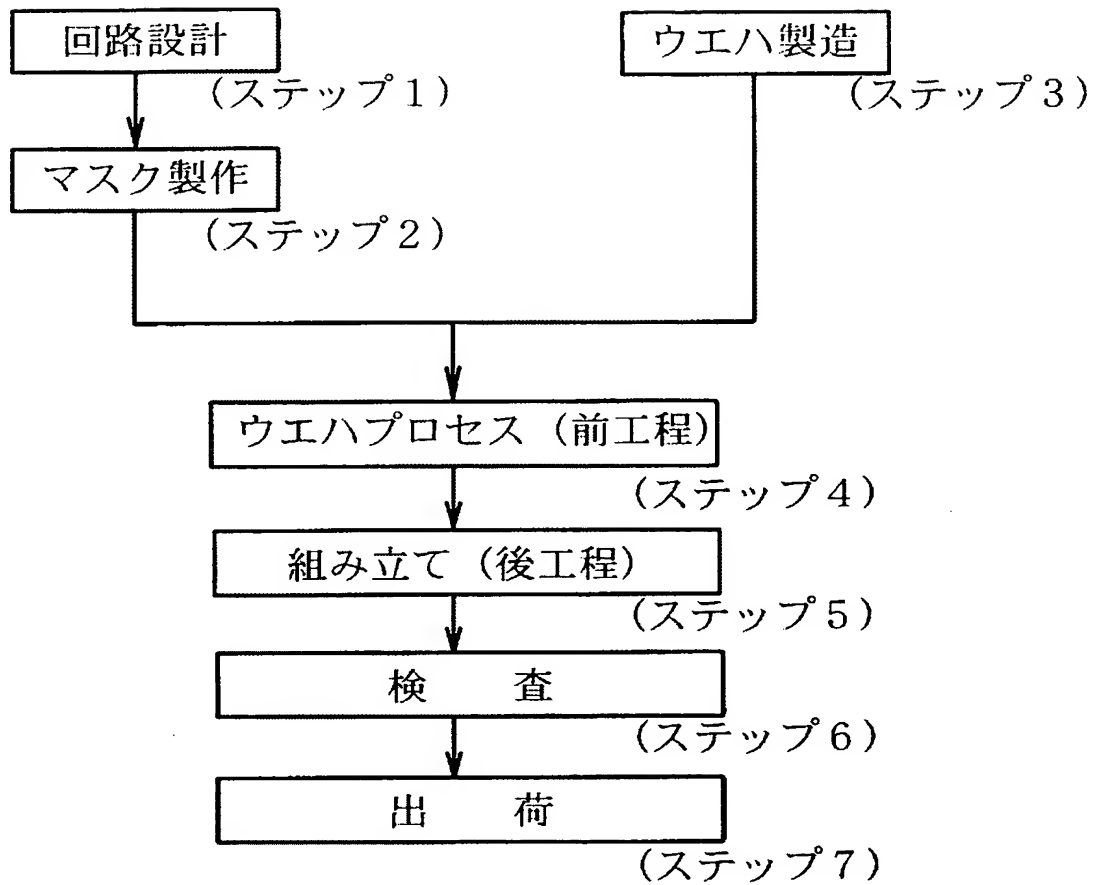
【図 8】



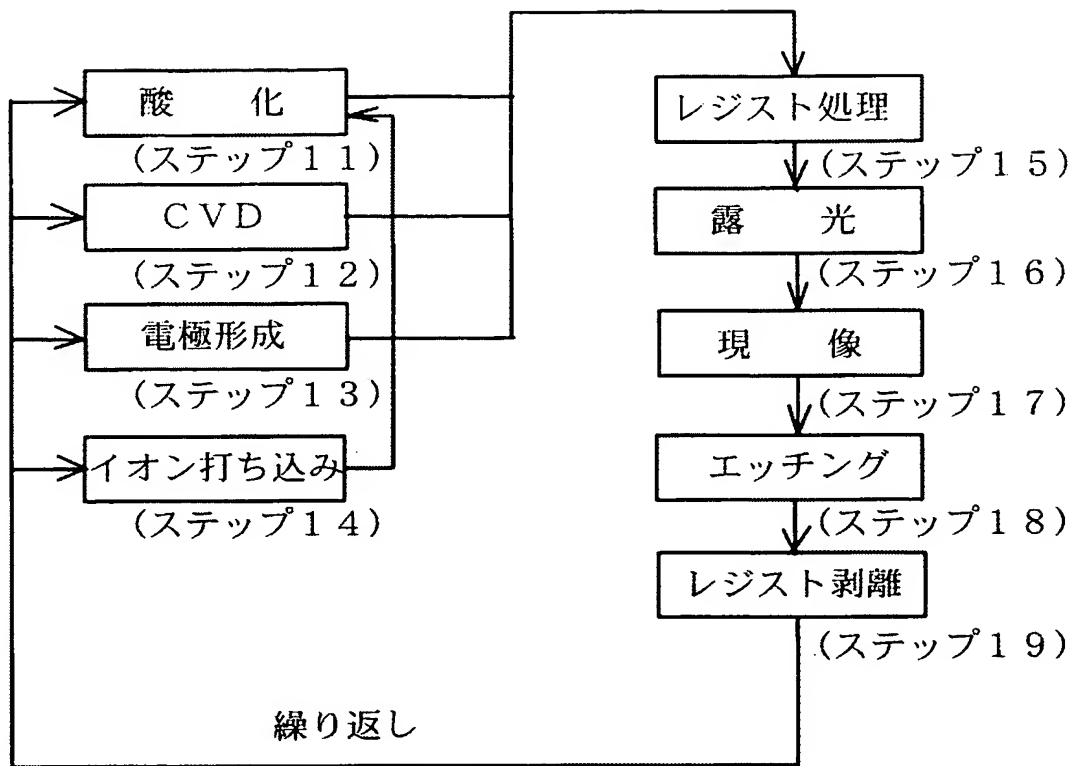
【図 9】



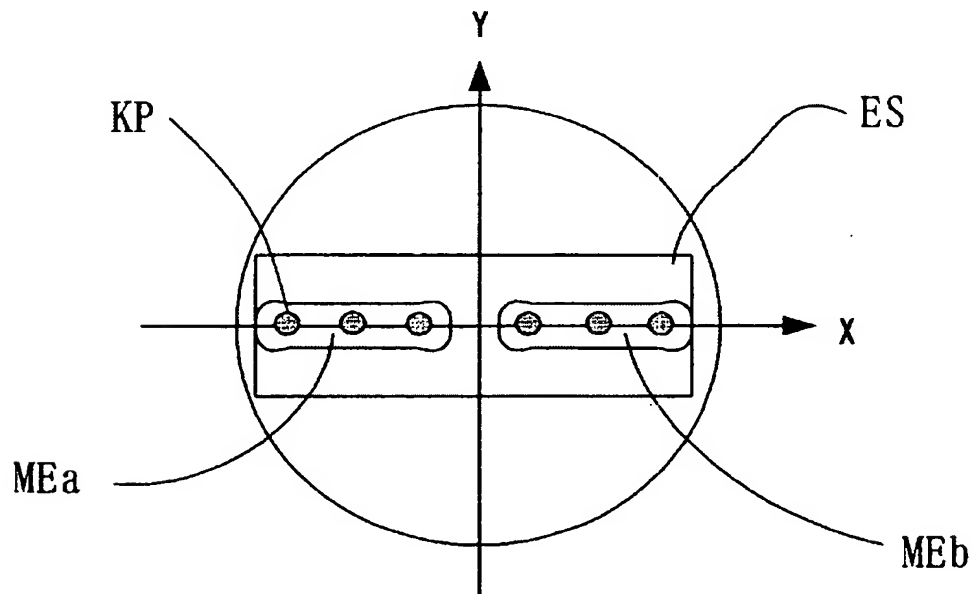
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 走査方向の像面の傾きを計測することで高精度なフォーカスキャリブレーションを実現し、解像度に優れた露光を行うことができる露光方法を提供する。

【解決手段】 レチクルに形成された所定のパターンを、前記レチクルと被処理体とを同期して走査しつつ投影光学系を介して前記被処理体に露光する露光方法であって、前記投影光学系による像面位置を、前記走査する方向に関して互いに異なる複数の測定位置において測定する測定ステップと、前記測定ステップによる測定結果に基づいて、前記投影光学系による像面の傾きを補正する補整ステップとを有することを特徴とする露光方法を提供する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 4 1 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社